

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/CH05/000164

International filing date: 18 March 2005 (18.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 20 2004 004 366.1  
Filing date: 19 March 2004 (19.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 02 May 2005 (02.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

2. 1. April 2005 ( 21. 04. 2005 )



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Gebrauchsmusteranmeldung**

**Aktenzeichen:** 20 2004 004 366.1

**Anmeldetag:** 19. März 2004

**Anmelder/Inhaber:** Rieter Technologies AG, Winterthur/CH

**Bezeichnung:** Hitzegeschütztes thermoplastisches Bauteil, insbesondere Fahrzeug-Unterbodenkomponente mit integriertem Hitzeschutz

**IPC:** F 16 L 59/08

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Gebrauchsmusteranmeldung.**

München, den 1. April 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Stanschus

19. März 2004

Hitzegeschütztes thermoplastisches Bauteil, insbesondere Fahrzeug-Unterbodenkomponente mit integriertem Hitzeschutz

Die vorliegende Erfindung betrifft ein hitzegeschütztes thermoplastisches Bauteil gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1 und insbesondere eine Fahrzeug-Unterbodenkomponente mit integriertem Hitzeschutz.

Thermoplastische Materialien, z.B. Polypropylen, sind temperatursensitiv und weisen ein hohes Oberflächenemissionsvermögen auf, respektive zeigen eine erhöhte Wärmestrahlungs-Absorption. Diese erhöhte Absorption von Wärmestrahlung führt dazu, dass sich die Matrix derartiger Kunststoffe unter dem Einfluss lokal unterschiedlicher Wärmestrahlung in lokalen Bereichen stark aufheizt und dadurch in diesen Bereichen unerwünschte Materialschwachstellen erzeugt werden. Deshalb werden bei der Verwendung derartiger Materialien in Bereichen, welche einer erhöhten Wärmestrahlung ausgesetzt sind, metallische Folien aufgebracht, welche die infrarote Strahlung reflektieren. Damit kann die Matrixtemperatur dieser Kunststoffe in den derart geschützten Bereichen wirksam gesenkt werden, d.h. können die unerwünschten Materialveränderungen, wie Versprödung, Brüchigkeit, etc. vermieden werden. Diese Massnahme erlaubt es, thermoplastische Materialien auch in stark erhitzten Umgebungen verwenden zu können. Ohne derartige metallische Schutzfolien sind Bauteile aus thermoplastischem Material einem raschen Alterungsprozess ausgesetzt und nicht in Umgebungen mit erhöhter Infrarotstrahlung einsetzbar.

Insbesondere werden in der modernen Fahrzeugtechnik thermoplastische Bauteile in zunehmendem Masse eingesetzt, weil diese im Vergleich zu metallischen Bauteilen viel leichter sind, in beliebiger und kostengünstiger Weise geformt werden können und einfach zu rezyklieren sind. Damit gewinnt auch der Hitzeschutz für die in der Fahrzeugtechnik eingesetzten Bauteile immer mehr an Bedeutung. Der Hitzeschutz für Bauteile in der Fahrzeugtechnik erweist sich jedoch wegen der ausserordentlichen mechanischen Belastungen, wie Vibrationen, Windkräfte, lokale Temperaturschwankungen, etc., als besonders schwierig. Zur Zeit werden derartige Bauteile in bekannter Weise an den thermisch exponierten Bereichen mit einer metallischen Folie versehen, um diese dort vor der erhöhten Infrarotstrahlung zu schützen. Leider führt diese hinlänglich bekannte Massnahme nur zu kurzfristig verwendbaren Produkten.

So ist beispielsweise aus der US 5,464,952 eine akustisch wirksame Unterbodenkomponente für Fahrzeuge bekannt, welche eine Kernschicht aus einem hitzebeständigen und hitze-isolierenden Fasermaterial aufweist. Diese Kernschicht besteht vorzugsweise aus einem Vlies aus Glasfasern, keramischen Fasern, Basaltwolle oder Mischungen davon und ist beidseitig mit hitzereflektierenden Folien aus Aluminium oder Blech versehen, um allenfalls auftreffende Infrarotstrahlung zu reflektieren. Das Vlies dieser Unterbodenkomponente ist mindestens im Randbereich mit einem duroplastischen Bindemittel versehen, um damit die metallischen Folien am Faservlies zu befestigen. Gleichzeitig führt diese Befestigung zu einer Versteifung des Randbereichs, was der gesamten Unterbodenkomponente eine gewisse Formstabilität verleiht. Die wärmereflektierenden Folien bestehen vorzugsweise aus einer dreifachen Laminat-Folie mit einer Glasfaserschicht, einer Aluminiumschicht und einer thermoplastischen Polyolefinschicht, um in einer Formpresse ganzflächig mit dem in der Regel mit einem duroplastischen Bindemittel versetzten Vlies lose verbunden werden zu können. Dieses Bauteil weist also einen relativ steifen Randbereich und einen weichen, d.h. biegsamen Mittelbereich auf.

In der DE 197 05 511 A 1 wird ein als Hitzeschild verwendetes Bauteil beschrieben, welches eine Trägerschicht aus einem thermoplastischem Kunststoff und eine aus Aluminium bestehende Wärmeschutzschicht umfasst. Zwischen der Aluminiumschicht und der Trägerschicht ist eine thermoplastische Verbindungsschicht (ein Schmelzkleber) aus Polypropylene (PP), Polyester (PET), Polyamid (PA) oder thermoplastischem Polyurethan (TPU) vorgesehen, welche beim Formungsprozess aufschmilzt und mit welcher die Aluminiumschicht an der Trägerschicht stoffschlüssig verbunden wird. Diese Aluminiumschicht ist weit über den Bereich maximaler Wärmebelastung (hot-spot Bereich) ausgelegt und soll die dort lokal auftreffende Wärme, im wesentlichen also Konvektionswärme, abführen. Zur Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit weist die verwendete Aluminiumschicht vorzugsweise eine Dicke von 0.08 bis 0.2 mm auf und kann die Oberfläche des Hitzeschildes mit besonderen Verformungen versehen sein. In einer bevorzugten Ausführungsform weist dieses Hitzeschild orthogonal zueinander verlaufende rillenförmige Vertiefungen auf, welche die Stabilität des Hitzeschildes und dessen Kühlwirkung verbessern sollen. Zur Erfüllung dieser wärmeleitenden Funktion kann diese metallische Wärmeschutzschicht auch in Art eines Streckmetalls ausgeformt sein.

Leider zeigt es sich, dass diese bekannten, mit einer metallischen Folie überzogenen und hohen thermischen Belastungen ausgesetzten Bauteile raschen Alterungsprozessen unterliegen; d.h. nur kurzfristig intakt bleiben. Insbesondere tritt bei derartig aufgebauten

Unterbodenkomponenten nach kurzer Dauer eine Delaminierung statt, was die Verwendung dieser Bauteile für deren Verwendung in der Fahrzeugindustrie ungeeignet macht. Insbesondere verliert der Schmelzkleber zwischen der metallischen Schutzfolie und dem Trägermaterial wegen dem durch die hohen und wechselnden Temperaturbelastungen beschleunigten Alterungsprozess seine Haftfähigkeit. Darüberhinaus zeigen derartige Bauteile wegen der in diesem Einsatzbereich besonders ausgeprägten Vibrationen auch rasch Ermüdungserscheinungen, können brechen oder lokal zerbröseln und zu unerwünschter Geräuschbildung führen.

Es ist aus der WO 99/44851 bekannt geworden, einen Treibstofftank mit einem integrierten Hitzeschutz zu versehen und dabei die reflektierenden metallischen Folien derart zu perforieren, dass die erzeugten Perforationsprotrusionen beim Herstellungsprozess vom thermoplastischen Kunststoff hinterflossen werden, was zu einer formschlüssigen mechanischen Verkrallung und damit zu langlebigeren Produkten führt. Leider zeigt sich auch bei diesen Bauteilen, dass der verwendete Kunststoff in den Perforationsbereichen nur ungenügend vor Infrarotstrahlung geschützt ist und in diesen Bereichen rascher altern kann.

Es ist deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein hitzegeschütztes thermoplastisches Bauteil zu schaffen, welches die genannten Nachteile nicht aufweist und seinen Haftfähigkeit auch nach längerem Gebrauch unter thermischer Strahlenbelastung über seine gesamte Oberfläche beibehält. Insbesondere soll eine hitzegeschützte und vibrationsfeste Fahrzeug-Unterbodenkomponente mit erhöhter Lebensdauer geschaffen werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss von einem Bauteil mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst und insbesondere durch ein Bauteil mit einer Trägerschicht aus einem thermoplastischen Kunststoff, insbesondere einem LFT (endlosfaserverstärkter Thermoplast) oder einem GMT (glasfaserverstärkter Thermoplast) und einer mindestens partiell damit verbundenen metallischen Folie, welche eine Vielzahl kleiner Faltentaschen aufweist. Diese Faltentaschen sind in der Kunststoffmasse eingebettet, d.h. liegen mechanisch verankert in der Kunststoffmasse und erzeugen einen langfristig (d.h. über 1'000 h Betriebszeit bei einer Temperatur von ca. 140°C) konstant bleibenden Schälwiderstand  $W_s$  von bspw. mindestens 0.15 N/mm<sup>2</sup> ( $W_s > 0.15 \text{ N/mm}^2$ ). Diese Verankerung, resp. Verkrallung der metallischen Folie kann in einfacher Weise beim Formungsprozess der genannten thermoplastischen Bauteile erzeugt werden, indem eine genoppte oder ähnlich

vorgeformte Folie gemeinsam mit dem zu formenden Kunststoff in ein Formnest einer Formpresse eingebracht wird. Beim Schliessen der Formpresse werden die einzelnen Noppen, Falten oder ähnlichen taschenförmige Erhebungen teilweise gestaucht, umgelegt oder gefaltet und bilden mehr oder weniger geschlossene Faltentaschen. Beim Ausformen des Bauteils kann der thermoplastische Kunststoff die einzelnen Faltentaschen umfliessen und einschliessen kann, und bildet auf diese Weise eine formschlüssige Verbindung mit der metallischen Folie. Die Technik derartige Bauteile mittels eines Formungsprozesses auszugestalten, stellt keine besonderen Kenntnisse und Anforderungen an den Fachmann auf diesem Gebiet und ist nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung. Die einzelnen Faltentaschen können je nach Verwendungszweck und Funktionszweck unterschiedlich dimensioniert sein, können regelmässig oder unregelmässig angeordnet sein, mit weiteren Materialien beschichtet sein und vom Kunststoff vollständig oder unvollständig umflossen sein. In einer bevorzugten Ausführungsform sind in einem Bereich von 10 – 30 mm mindestens 1 – 5 derartige Faltentaschen vorgesehen. Vorzugsweise besteht die verwendete Folie aus Aluminium und weist eine Dicke von 0.01 – 0.1 mm auf, kann jedoch auch bis zu 0.5 mm betragen.

In einer Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird zwischen die Folie und den Kunststoffträger ein hitzebeständiger Kleber gebracht, der auch bei erhöhter Wärmebelastung seine Haftfähigkeit nicht verliert. Es versteht sich, dass der Fachmann zwischen die Aluminiumfolie und den Thermoplast weitere funktionelle Schichten vorsehen kann.

Das erfindungsgemässe Bauteil eignet sich bevorzugt für die Verwendung in thermisch belasteten Bereichen bei Fahrzeugen, beispielsweise im Bereich des Motorraumunterbodens, im Bereich der Ersatzradmulde, im Bereich des Fahrzeugtunnels, im Bereich der Fahrzeugstirnwand, im Bereich des Auspuffrohrs oder Katalysators, usw.

Die Vorteile der vorliegenden Erfindung sind dem Fachmann unmittelbar ersichtlich und insbesondere darin zu sehen, dass bei diesen Bauteilen eine geschlossene Folie den Kunststoff vollflächig vor Infrarotstrahlung schützt und keine Delaminierung auftreten kann. Der Schälwiderstand, ein Mass für die Haftfähigkeit und Vibrationsfestigkeit, bleibt auch nach längerer Betriebszeit, d.h. bei erhöhten Temperaturen im Wesentlichen unverändert und kann deshalb auch an thermisch besonders exponierten Stellen bei Fahrzeugen verwendet werden. Darüber hinaus erlaubt die vorliegende Erfindung eine kostengünstige Herstellung der erfindungsgemässen Bauteile, insbesondere, weil der Formge-

bungsprozess des thermoplastischen Materials und der Befestigungsprozess der metallischen Folie an diesem Material in einem einzigen Verfahrensschritt möglich ist. Darüberhinaus brauchen keine Perforationen erzeugt zu werden und können deshalb auch kürzere Produktionszeiten erzielt werden. Die erfindungsgemässen Bauteile zeigen also auch unter erhöhter Vibrations- und Wärmebelastung langfristig keine Ablöseerscheinungen und führen damit bei der Verwendung im Fahrzeug auch nicht zu einer unerwünschten Geräuschbildung.

Im folgenden soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels und mit Hilfe der Figuren näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1: eine räumliche Ansicht eines schematisch dargestellten, erfindungsgemässen Bauteils;

Fig. 2: eine vergrösserte Schnittdarstellung durch ein schematisch dargestelltes Bauteil gemäss Figur 1;

Fig. 3: eine graphische Darstellung zum Langzeitverhalten des Schälwiderstands.

Das in Figur 1 gezeigte Bauteil 1 umfasst eine wannenförmige Trägerschicht 2, welches je nach Verwendungszweck in geeigneter Weise geformt ist. In der dargestellten Ansicht ist in diese Trägerschicht 2 eine metallische Folie 3 eingelegt. Diese Folie 3 weist erfindungsgemäss eine Vielzahl von Taschenfalten 4 auf, welche die metallischen Folie 3 mit der Trägerschicht 2 mechanisch verkrallen. Die Trägerschicht 2 wird vorzugsweise aus einem glasfaserverstärkten Thermoplast (GMT) oder einem mit Endlosfasern gefüllten Thermoplast (LFT) gefertigt. Geeignete Materialien sind dem Fachmann hinlänglich bekannt. Produkte mit Endlosfasern, weisen in der Regel in Schlingen abgelegte Endlosfasern auf, können aber auch einfach mit langen Fasern gefüllt sein. Vorzugsweise besteht die metallische Folie aus Aluminium und weist eine Dicke von 0.01 bis 0.1 mm auf. Es versteht sich jedoch, dass diese Folie auch aus einem anderen metallischen Material, insbesondere aus einem dünnen Stahlblech gefertigt sein kann und eine Dicke von bis zu 0.5 mm aufweisen kann. Hilfsweise kann zwischen diese metallische Folie 3 und der Trägerschicht 2 eine hitzebeständige Klebschicht (Schmelzkleber) vorgesehen werden oder können zusätzliche wärmeisolierende oder akustisch wirksame Materialien eingelegt werden. In einer bevorzugten Ausführungsform weist die metallische Folie 2 alle 10–30 mm

mindestens 1-5 erfindungsgemässe Faltentaschen 4 auf. Diese Faltentaschen 4 können je nach Verwendungszweck unterschiedlich dimensioniert sein oder angeordnet sein.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines Querschnitts durch ein erfindungsgemäss aufgebautes Bauteil 1. Dieses weist mindestens auf einer Seite eine metallische Folie 3 auf, welche beim fertig hergestellten Bauteil 1 als Wärme reflektierende Folie wirken soll. Vorzugsweise wird für diese Folie 3 Aluminium verwendet. Diese Folie 3 ist an einer Trägerschicht 2 befestigt und weist Faltentaschen 4 auf, welche in die Trägerschicht 2 eingebettet sind. Diese Faltentaschen 4 entstehen beim Formungsprozess und werden vom Material der Trägerschicht 2 vollständig umgeben. Die Ausbildung dieser Faltentaschen 4 führt zu einer festen Verkrallung, d.h. formschlüssigen Verbindung, zwischen der metallischen Folie 3 und der Trägerschicht 2. Diese Faltentaschen werden in einfacher Weise dadurch erzeugt, dass für Formungsprozess genoppte oder anderweitig verformte Folien verwendet werden. Je nach Verwendungszweck können diese Faltentaschen 4 vom Fachmann unterschiedlich dimensioniert und/oder angeordnet werden. Für die Erfindung erweist es sich als besonders vorteilhaft, dass bei dieser Art der Verankerung die Folie 3 nicht mit Perforationen versehen werden muss, um eine mechanische Befestigung vornehmen zu können. Insbesondere bleiben die Verankerungsbereiche 6, d.h. die Bereiche mit den Faltentaschen 4 vor der das thermoplastische Material der Trägerschicht 2 beeinträchtigenden Infrarotstrahlung geschützt. Natürlich bleibt es dem Fachmann freigestellt, die Folie 3 aus anderen Gründen, z.B. aus akustischen Gründen, mit Perforationen zu versehen und ein anders Material für die Trägerschicht 2 vorzusehen, oder zwischen die metallische Folie 3 und der Trägerschicht 2 eine weitere Zwischenschicht vorzusehen. So steht es dem Fachmann frei, als Zwischenschicht bspw. einen Schmelzkleber, ein Keramikschicht und/oder eine akustisch wirksame Schicht einzubringen.

Beim Formungsprozess wird eine metallische Folie 3, welche vorgängig genoppt oder anderweitig mit geometrischen Verformungen versehen wurde, in einer geheizten Formpresse mit einem LFT-, GMT- oder anderen geeigneten Kunststoffmaterial belegt. Dabei wird die Seite mit den Verformungen, insbesondere mit den Noppen, dem Kunststoffmaterial zugewendet und werden diese Verformungen beim Auflegen des Kunststoffmaterials zusammengedrückt, gestaucht oder beliebig gefaltet. Dabei werden die erfindungsgemäss verwendeten Taschenfalten gebildet, welche es erlauben, dass das fließfähige Kunststoffmaterial hinter die einzelnen Taschenfalten 4 fließen kann, um diese vollständig in sich einzubetten. Dadurch kann eine erfindungsgemässe formschlüssige Verbindung in einfacher Weise erzeugt werden. Durch den Formungsprozess wird das faserige



Kunststoffmaterial gehärtet, um die gewünschte Trägerschicht 2 zu bilden. Gleichzeitig führt das Aushärten der Kunststoffschicht 2 zu einer sicheren und langfristig stabilen mechanischen Verbindung mit der metallischen Folie 3.

Fig. 3 zeigt eine grafische Darstellung der Messergebnisse zum Schälwiderstand  $W_s$  bei verschiedenen Anordnungen A, B; C. In der vorliegenden Schrift soll wird unter Schälwiderstand  $W_s$  die Haftfähigkeit der metallischen Folie am thermoplastischen Trägerteil verstanden, d.h. ein Mass für die benötigte Kraft pro Flächeneinheit für das Abtrennen der metallischen Folie 3 von der Trägerschicht 2 sein. Die Messwerte im Bereich (I) betreffen Anordnungen, welche noch keinem Alterungsprozess unterworfen worden sind, während die Messwerte im Bereich (II) Anordnungen betreffen, welche einer Temperatur von  $140^{\circ}\text{C}$  über eine Dauer von 1000 Stunden ausgesetzt worden sind. Die Messwerte A(I) und A(II) beziehen sich auf eine Anordnung A, bei welcher zwischen einem LFT-Formteil und einer Aluminiumfolie ein herkömmlicher Metallschmelzkleber (MSK25) verwendet worden ist. Die Messresultate zeigen, dass es damit zu keiner messbaren Haftung gekommen ist.

Die Messwerte B(I) und B(II) betreffen eine Anordnung B, bei der zwischen einem LFT-Formteil und einer Aluminiumfolie ein für die Verbindung von Aluminium und Polypropylen optimierter Kleber (HSK15) verwendet worden ist. Die dazu erhaltenen Messwerte B(I) machen deutlich, dass bei dieser Anordnung im ungealterten Zustand ein ausserordentlich hoher Schälwiderstand  $W_s = 1.2 \text{ N/mm}^2$  erreicht werden kann. Jedoch zeigen die Messwerte B(II), dass sich der Schälwiderstand nach dem Alterungsprozess  $W_s = 0.15 \text{ N/mm}^2$  reduziert hat (ca. 85% Reduktion des Haftwertes).

Die Messwerte C(I) und C(II) betreffen eine erfindungsgemässe Anordnung C, bei welcher eine mit Formtaschen versehene Aluminiumfolie auf einem LFT-Formteil angebracht worden ist und zwischen diesem LFT-Formteil und der Aluminiumfolie kein Kleber verwendet worden ist. Der mit der erfindungsgemässen Anordnung C und ohne Verwendung eines zusätzliche Klebers erzeugte Schälwiderstand beträgt im ungealterten Zustand  $W_s = 0.2 \text{ N/mm}^2$ , während sich der Schälwiderstand für diese Anordnung C nach 1'000 Stunden Wärmebehandlung lediglich auf  $W_s = 0.16 \text{ N/mm}^2$  verringert hat (ca. 20 % Reduktion der Haftfähigkeit). Diese Messergebnisse machen die Wirksamkeit der vorliegenden Erfindung deutlich. Insbesondere kann der Fachmann ohne weiteres erfinderisches Dazutun die Dimensionierung und Gestaltung der Faltentaschen in geeigneter Weise beeinflussen und optimieren.

19. März 2004

Schutzansprüche:

1. Hitzegeschütztes thermoplastisches Bauteil (1) mit einer Trägerschicht (2) aus einem thermoplastischen Kunststoff und einer mindestens partiell damit verbundenen metallischen Folie (3), dadurch gekennzeichnet, dass diese Folie (3) eine Vielzahl von Faltentaschen (4) aufweist, welche in der Trägerschicht (2) eingebettet sind und eine formschlüssige Verbindung mit der Trägerschicht (2) bilden.
2. Bauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der thermoplastische Kunststoff ein endlosfaserverstärkter Thermoplast (LFT) ist.
3. Bauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der thermoplastische Kunststoff ein glasfaserverstärkter Kunststoff (GMT) ist.
4. Bauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Folie (3) eine Aluminiumfolie ist.
5. Bauteil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Aluminiumfolie eine Dicke von 0.01 bis 0.1 mm aufweist.
6. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich von 10 - 30 mm mindestens 1 - 5 Faltentaschen angeordnet sind.
7. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der metallischen Folie (3) und der thermoplastischen Trägerschicht (2) ein Schmelzkleber vorgesehen ist.
8. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Schälwiderstand  $W_s$  nach einer Dauerbelastung von über 1'000 Std. bei einer Temperatur von ca. 140 °C einen Wert von mindestens 0.15 N/mm<sup>2</sup> aufweist.
9. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Schälwiderstand  $W_s$  nach einer Dauerbelastung von über 1'000 Std. bei einer Temperatur von ca. 140 °C um höchstens 20% reduziert ist.

10. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass dieses eine Fahrzeug-Unterbodenkomponente ist.

19. März 2004

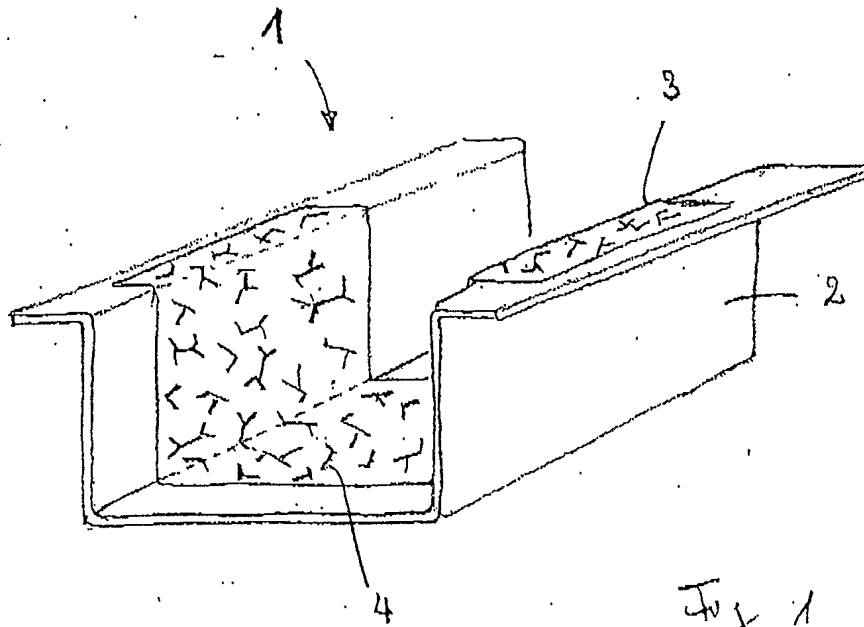


Fig. 1

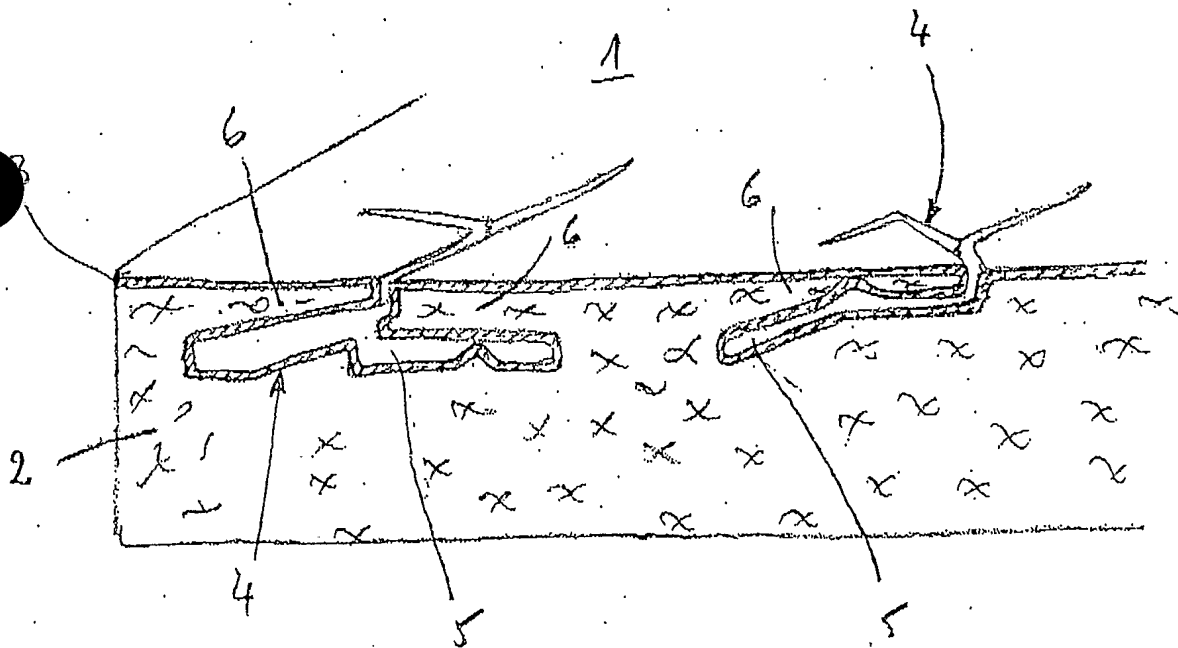


Fig. 2

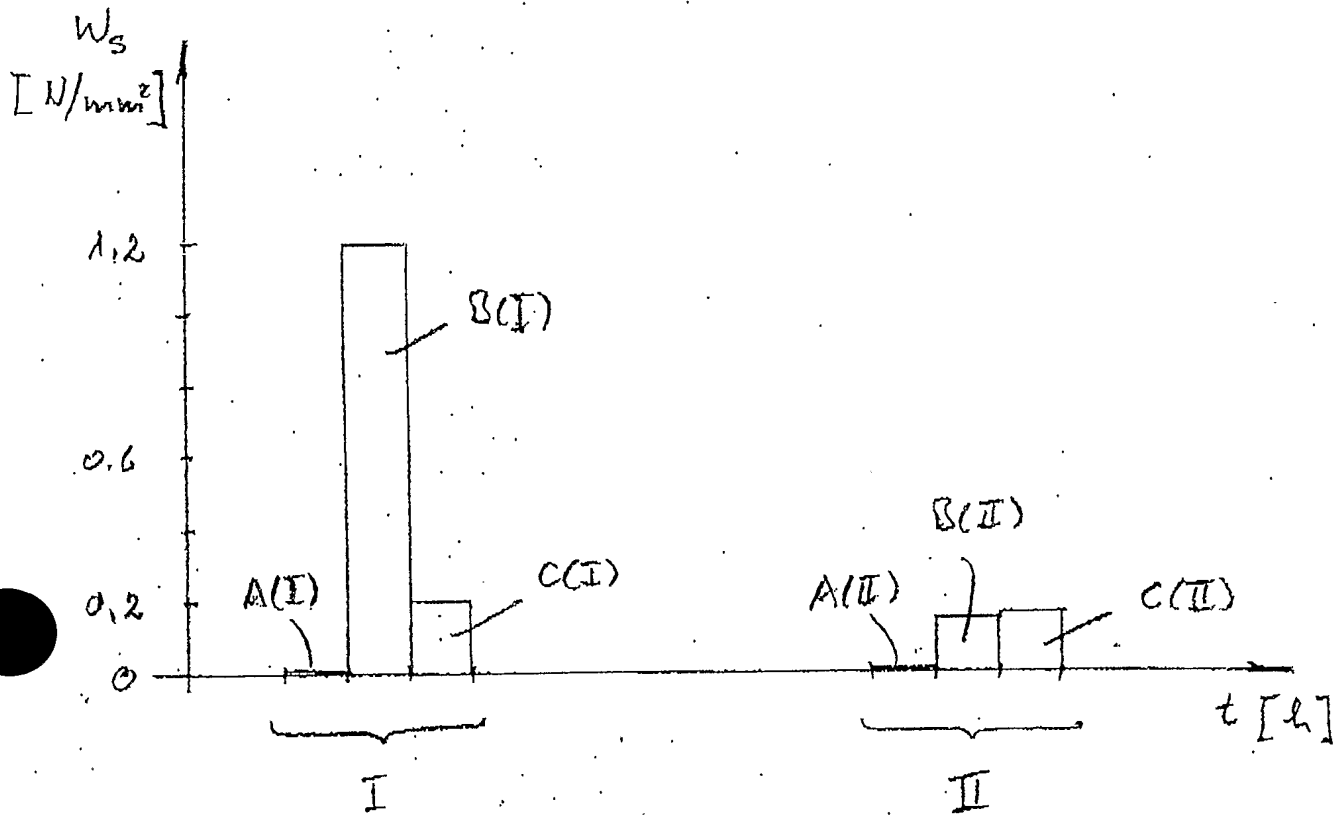


Fig 3